

**СОГЛАСОВАНО**

**Первый заместитель генерального  
директора – заместитель по научной  
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»**



**А.Н. Щипунов**

« 27 » сентября 2023 г.



**М.п.**

**Государственная система обеспечения единства измерений  
ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫЙ ХТЕ-190М**

**Методика поверки**

**МП 350-01-23**

**2023 г.**

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки применяется для поверки Датчика давления тензорезистивного ХТЕ-190М (далее – датчик) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений импульсного давления, кПа	от 1000 до 3500
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений импульсного давления, %	$\pm 1,5$
Коэффициент преобразования*, мВ/МПа	от 95 до 105
Длительность нарастания выходного сигнала, мкс, не более	15
*- действительное значение коэффициента преобразования определяется при первичной поверке.	

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы импульсного давления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2022 г. № 3342, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до 1200 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см<sup>2</sup> (ГЭТ 43-2022).

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При поверке выполнять операции, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			9
Определение коэффициента преобразования	да	да	9.1
Определение относительной погрешности измерений и диапазона измерений импульсного давления	да	да	9.2

Определение длительности нарастания выходного сигнала	да	да	9.3
Оформление результатов поверки	да	да	10

2.2 Допускается проведение поверки датчика в сокращённом объёме на поддиапазонах измерений, которые используются при эксплуатации, по соответствующим пунктам настоящей методики поверки.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающего воздуха, °С ..... от +18 до +28;
- относительная влажность окружающего воздуха, % ..... от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа..... от 96 до 104.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Специалисты должны быть аттестованы в качестве поверителей в установленном порядке, иметь среднее или высшее техническое образование, опыт работы в области измерений давления и вакуума, обученные правилам техники безопасности и изучившим руководство по эксплуатации (далее – РЭ) датчика.

### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательные средства поверки, представленные в таблице 3.

Таблица 3

<i>Операции поверки, требующие применение средств поверки</i>	<i>Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки</i>	<i>Перечень рекомендуемых средств поверки</i>
п. 8 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +20 до +26 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 65 % с погрешностью не более 2%; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 96 до 104 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа. Средства измерений напряжения постоянного тока с пределами допускаемых относительных погрешностей ±0,005 %. Вспомогательное оборудование: - источник питания лабораторный, выходное напряжение постоянного тока 5 В.	Приборы комбинированные Testo 622, рег. № 53505-13;  Мультиметры цифровые 34410А, рег. № 47717-11. Вспомогательное оборудование: источники питания Б5-46



<i>Операции поверки, требующие применение средств поверки</i>	<i>Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки</i>	<i>Перечень рекомендуемых средств поверки</i>
п.9.1 Определение коэффициента преобразования	<p>Эталоны единицы импульсного давления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам по ГПС, в диапазоне давления от 1 до 3,5 МПа.</p> <p>Осциллограф запоминающий с пределами допускаемых относительных погрешностей измерения напряжения постоянного тока <math>\pm 0,1</math> %, с полосой пропускания 1 МГц.</p> <p>Вспомогательное оборудование: - источник питания лабораторный, выходное напряжение постоянного тока 5 В.</p>	<p>ГПЭ единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до 1200 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см<sup>2</sup> ГЭТ 43-2022.</p> <p>Осциллографы цифровые NI PXI-5105 рег.№39867-08.</p> <p>Вспомогательное оборудование: источники питания Б5-46</p>
п.9.2 Определение относительной погрешности измерений и диапазона измерений ипульсного давления	<p>Эталоны единицы импульсного давления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам по ГПС, в диапазоне давления от 1 до 3,5 МПа.</p> <p>Осциллограф запоминающий с пределами допускаемых относительных погрешностей измерения напряжения постоянного тока <math>\pm 0,1</math> %, с полосой пропускания 1 МГц.</p> <p>Вспомогательное оборудование: - источник питания лабораторный, выходное напряжение постоянного тока 5 В.</p>	<p>ГПЭ единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до 1200 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см<sup>2</sup> ГЭТ 43-2022.</p> <p>Осциллографы цифровые NI PXI-5105 рег.№39867-08.</p> <p>Вспомогательное оборудование: источники питания Б5-46</p>
п.9.3 Определение длительности нарастания выходного сигнала	<p>Эталоны единицы импульсного давления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам по ГПС, в диапазоне давления от 1 до 3,5 МПа.</p> <p>Осциллограф запоминающий с пределами допускаемых относительных погрешностей</p>	<p>ГПЭ единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до</p>

<i>Операции поверки, требующие применение средств поверки</i>	<i>Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки</i>	<i>Перечень рекомендуемых средств поверки</i>
	измерения напряжения постоянного тока $\pm 0,1\%$ , с полосой пропускания 1 МГц. Вспомогательное оборудование: - источник питания лабораторный, выходное напряжение постоянного тока 5 В.	1200 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см <sup>2</sup> ГЭТ 43-2022. Осциллографы цифровые NI PXI-5105 рег. №39867-08. Вспомогательное оборудование: источники питания Б5-46
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

5.2 Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующие свидетельства (аттестаты) о поверке (аттестации).

## **6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 При проведении поверки датчика необходимо соблюдать требования раздела 5 «Использование изделий по назначению» руководства по эксплуатации (далее – РЭ) датчика.

## **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

7.1. При проведении внешнего осмотра датчика проверить:

- соответствие внешнего вида и комплектности требованиям нормативно-технической документации (РЭ, техническим условиям и описанию типа);
- наличие маркировки, подтверждающей тип и серийный номер;
- отсутствие коррозии и грязи;
- отсутствия механических повреждений (вмятин, сколов) на поверхности датчика и соединительной резьбе.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными и поверку продолжить, если выполняются требования п. 7.1.

## **8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

8.1 Перед проведением поверки необходимо привести в рабочее состояние средства поверки в соответствии с указаниями, изложенными в их эксплуатационной документации.

### **8.1.2 Контроль условий поверки**

Измерить температуру окружающего воздуха, относительную влажность окружающего воздуха непосредственно на месте поверки и атмосферное давление в помещении.

8.1.3 Опробование произвести измерением выходного напряжения датчика при атмосферном давлении.



8.1.3.1 Перед началом проверки снять защитный колпак с приёмного патрубка. (Внимание! Во избежание попадания пыли и других загрязнений внутрь датчика при длительных перерывах в работе необходимо надевать защитный колпак на приемную полость).

8.1.3.2 Установить датчик на измерительную секцию эталона. Момент затяжки датчика должен соответствовать указанному значению в паспорте. Подключить датчик к преобразователю и вольтметру в соответствии схемой, указанной на рисунке 1.

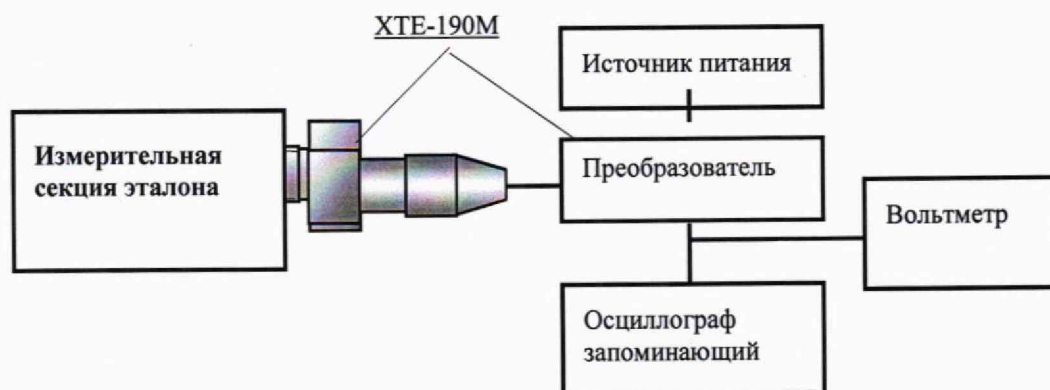


Рисунок 1. Схема подключения датчика для проверки

8.1.3.3 Подать на преобразователь напряжение питания 5 В и через 1...2 минуты измерить выходное напряжение.

8.1.3.4 Результат опробования по п. 8.1.3 считать положительным, если выходной сигнал при атмосферном давлении находится в пределах от 8 до 12 мВ.

## 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

### 9.1 Определение коэффициента преобразования

9.1.1 Подать на преобразователь напряжение питания и через одну - две - минуты измерить выходное напряжение.

9.1.2 Измерения выходного сигнала датчика при определении коэффициента преобразования проводить при шести значениях импульсного давления ( $P_{эi}$ ), равномерно распределенных по диапазону измерений датчика, включая граничные значения диапазона измерения: минимальное ( $P_0$ ) и максимальное ( $P_{max}$ ). Для определения коэффициента преобразования датчика выполнить три серии измерений.

9.1.3 При каждом давлении  $P_{эi}$  произвести запись цифровым осциллографом напряжения на выходе преобразователя, при установленной на осциллографе скорости выборки (частоты дискретизации) 1 МГц.

9.1.4 По полученным результатам вычислить коэффициент преобразования датчика каждого  $i$  измерения по формуле (1):

$$K_{ni} = \frac{U_{kni} - U_{npi}}{P_{эi}}, \quad (1)$$

где  $U_{ни}$  - напряжение до прихода импульса давления, мВ;

$U_{кни}$  - напряжение после прохождения переднего фронта импульса давления, мВ;

$K_{ни}$  - коэффициент преобразования датчика при  $i$ -м измерении в  $n$ -й серии, мВ/МПа;

$P_{эi}$  - импульсное давление, задаваемое с помощью эталона при  $i$ -м измерении в  $n$ -й серии, МПа.

9.1.5 Рассчитать среднее арифметическое значение коэффициента преобразования  $K_{срi}$ , мВ/МПа, при каждом давлении  $P_{эi}$  по формуле (2):

$$K_{срi} = \frac{\sum_{n=1}^3 K_{ни}}{3} \quad (2)$$

9.1.6 Рассчитать коэффициент преобразования датчика  $K$ , мВ/МПа, по формуле (3):

$$K = \frac{\sum_{k=1}^6 K_{срi} P_{эi}^2}{\sum_{k=1}^6 P_{эi}^2} \quad (3)$$

9.1.7 Результат первичной поверки по п. 9.1 считать положительным, если действительное значение коэффициента преобразования соответствует значению, приведенному в таблице 4.

Таблица 4

Наименование характеристики	Значение
Коэффициент преобразования, мВ/МПа	от 95 до 105

9.1.8 Результат периодической поверки по п. 9.1 считать положительным, если действительное значение коэффициента преобразования соответствует значению, приведенному в таблице 4 и отличается от действительного значения коэффициента преобразования, определенного при предыдущей поверке, не более  $\pm 1,2$  %.

## 9.2 Определение относительной погрешности измерений и диапазона измерений импульсного давления

9.2.1 По результатам измерений полученным в п. 9.1 определить относительную погрешность измерений  $\Delta o_i$  во всем диапазоне измерений импульсного давления по формуле (4):

$$\Delta o_i = \frac{K_{ни} \cdot P_{эi} - K \cdot P_{эi}}{K \cdot P_{эi}} \cdot 100, \% \quad (4)$$

9.2.2 Результат поверки по п. 9.2 считать положительным, если относительная погрешность измерений импульсного давления во всем диапазоне измерений импульсного давления соответствует значениям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений импульсного давления, кПа	от 1000 до 3500
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений импульсного давления, %	$\pm 1,5$

## 9.3 Определение длительности нарастания выходного сигнала

9.3.1 Определение длительности нарастания выходного сигнала провести по записи профиля импульсного давления полученной при выполнении пп. 9.1.2, 9.1.3 при значении импульсного давления в середине диапазона измерений импульсного давления и в крайних точках диапазона.



9.3.2 Вычислить длительность нарастания выходного сигнала датчика, как интервал времени от 0,1 до 0,9 величины установившегося значения сигнала.

9.3.3 Результаты поверки по п. 9.3 считать положительными, если длительность нарастания выходного сигнала соответствует значениям, приведенным в таблице 6.

Таблица 6

Наименование характеристики	Значение
Длительность нарастания выходного сигнала, мкс, не более	15

## 10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки датчика подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства средств измерений. По заявлению владельца датчика или лица, представившего его на поверку, на датчик выдается свидетельство о поверке средства измерений установленной формы, и (или) в паспорт датчика вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению датчика в случае отрицательных результатов поверки с указанием причин забракования.

10.2 В случае поверки датчика в сокращённом объёме, при передаче сведений о результатах поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства средств измерений производится отметка о поверке в сокращённом объёме и приводятся сведения о подтверждённых в ходе поверки метрологических требованиях.

Начальник отдела 320  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



С.М. Гаврилкин

Начальник НИО-3  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



Э.Г. Асланян